



Институт интеллектуальных кибернетических систем

КАФЕДРА КИБЕРНЕТИКИ

БДЗ

по курсу "Математическая статистика"

студента группы _Б20-504_

Яковлева _Андрея_

Вариант № __12__

Оценка: _____

Подпись: _____

2021 г.

1. Описательные статистики

1.1. Выборочные характеристики

Анализируемый признак 1 – Appraisal price3 (D3)

Анализируемый признак 2 – Nitric oxides concentration (D9)

Анализируемый признак 3 – Weighted distances to five city employment centres (D10)

а) Привести формулы расчёта выборочных характеристик

Выборочная хар-ка	Формула расчета
Объём выборки	n
Среднее	$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$
Выборочная дисперсия	$S^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$
Выборочное среднеквадратическое отклонение	$S = \sqrt{S^2}$
Выборочный коэффициент асимметрии	$A_s = \frac{m_3}{S^3}, \text{ где } m_3 = \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3$
Выборочный эксцесс	$E_k = \frac{m_4}{S^4}, \text{ где } m_4 = \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4$

б) Рассчитать выборочные характеристики

Выборочная хар-ка	Признак 1	Признак 2	Признак 3
Среднее	1260.444	6.230	4.779
Выборочная дисперсия	150972.870	0.196	2.571
Выборочное среднеквадратическое отклонение	388.552	0.443	1.603
Выборочный коэффициент асимметрии	1.349	1.229	0.479
Выборочный эксцесс	1.374	2.767	-0.142

1.2. Группировка и гистограммы частот

Анализируемый признак – Appraisal price³ (D3)

Объём выборки – 117

а) Выбрать число групп

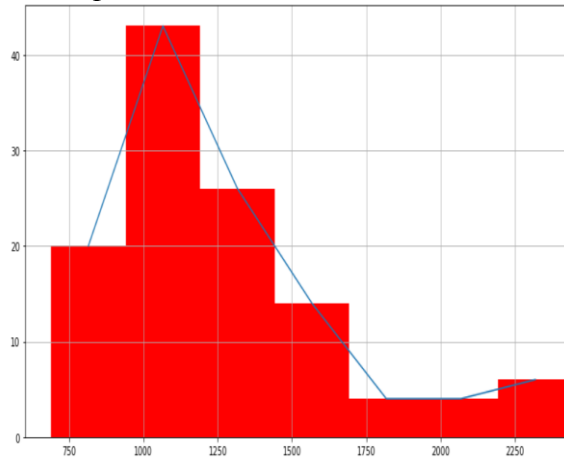
Число групп	Обоснование выбора числа групп	Ширина интервалов
7	$h = 3.5Sn^{-\frac{1}{3}}$ и $k = \frac{x_n - x_1}{h}$	277

б) Построить таблицу частот

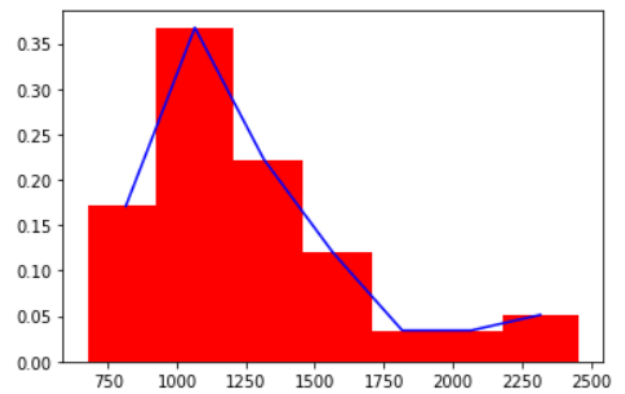
Номер интервала	Нижняя граница	Верхняя граница	Частота	Относит. частота	Накопл. частота	Относит. накопл. частота
1	690	967	24	0.205	24	0.205
2	967	1244	50	0.427	74	0.632
3	1244	1521	22	0.188	96	0.821
4	1521	1798	9	0.077	105	0.897
5	1798	2075	4	0.034	109	0.932
6	2075	2352	5	0.043	114	0.974
7	2352	2629	3	0.026	117	1

в) Построить гистограммы частот и полигоны частот

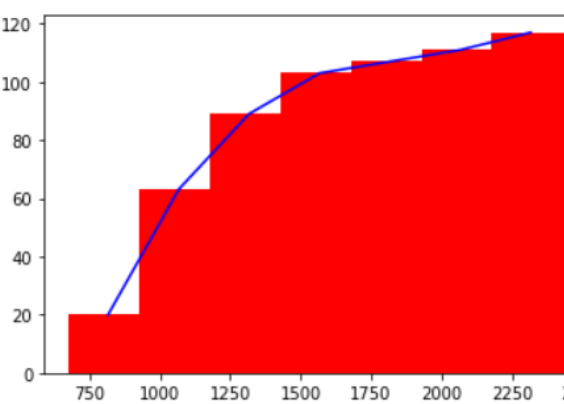
Гистограмма и полигон частот



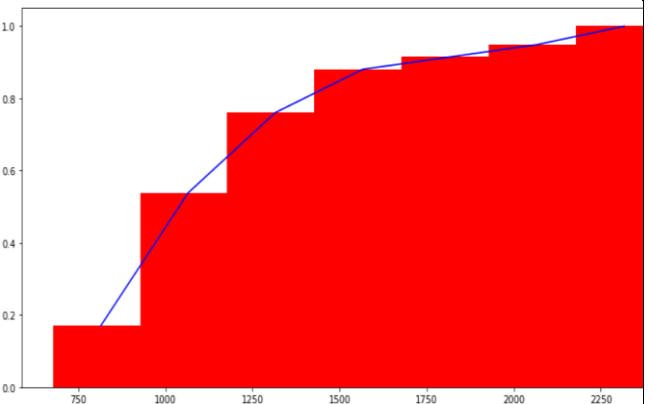
Гистограмма и полигон относительных частот



Гистограмма и полигон накопленных частот

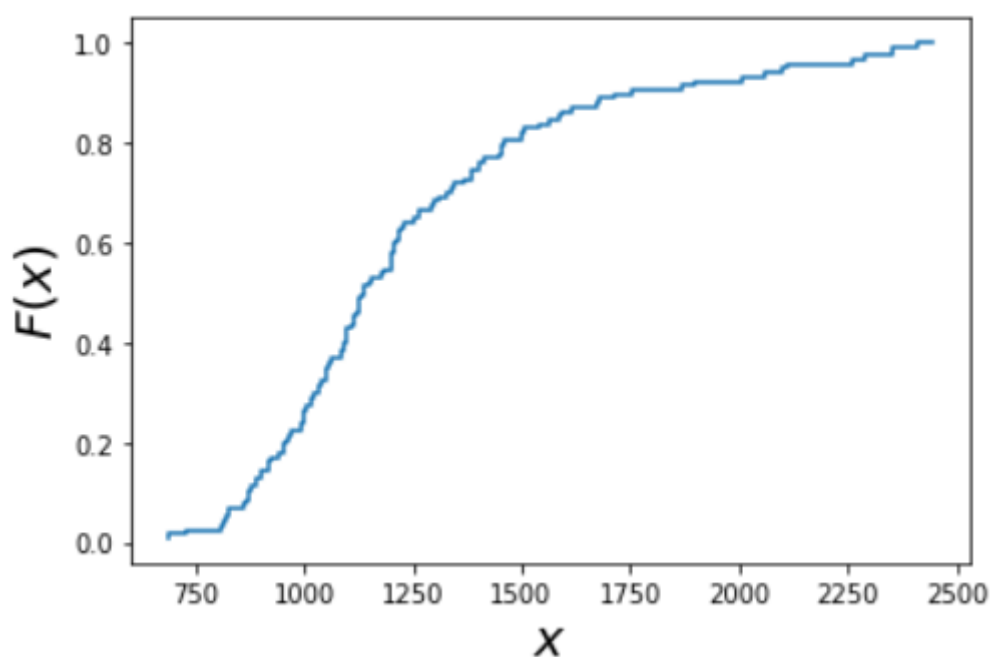


Гистограмма и полигон накопленных относительных частот



г) Построить график эмпирической функции распределения

Эмпирическая функция распределения



2. Интервальные оценки

2.1. Доверительные интервалы для мат. ожидания

Анализируемый признак – Appraisal price³ (D3)

Объём выборки – 117

Оцениваемый параметр – математическое ожидание

а) Привести формулы расчёта доверительных интервалов

Граница доверительного интервала	Формула расчета
Нижняя граница	$\bar{X} - \frac{S}{\sqrt{n}} t_{1-\frac{\alpha}{2}}(n-1)$
Верхняя граница	$\bar{X} + \frac{S}{\sqrt{n}} t_{1-\frac{\alpha}{2}}(n-1)$

б) Рассчитать доверительные интервалы

Граница доверительного интервала	$\alpha = 0.01$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.1$
Нижняя граница	1166.77	1189.6	1201.14
Верхняя граница	1354.11	1331.29	1319.75

2.2. Доверительные интервалы для дисперсии

Анализируемый признак – Appraisal price³ (D3)

Объём выборки – 117

Оцениваемый параметр – дисперсия

а) Привести формулы расчёта доверительных интервалов

Граница доверительного интервала	Формула расчета
Нижняя граница	$\frac{(n-1)S^2}{\chi^2_{1-\frac{\alpha}{2}}(n-1)}$
Верхняя граница	$\frac{(n-1)S^2}{\chi^2_{\frac{\alpha}{2}}(n-1)}$

б) Рассчитать доверительные интервалы

Граница доверительного интервала	$\alpha = 0.01$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.1$
Нижняя граница	109218.02	117556.83	122156.99
Верхняя граница	215632.25	197121.34	188456.11

2.3. Доверительные интервалы для разности мат. ожиданий

Анализируемый признак 1 – Appraisal price₂ (D2)

Анализируемый признак 2 – Appraisal price₃ (D3)

Объёмы выборок – 117

Оцениваемый параметр – $m_1 - m_2$

а) Привести формулы расчёта доверительных интервалов

Граница доверительного интервала	Формула расчета
Нижняя граница	$(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - t_{1-\frac{\alpha}{2}}(n_1 + n_2 - 2)S \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}$
Верхняя граница	$(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) + t_{1-\frac{\alpha}{2}}(n_1 + n_2 - 2)S \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}$

б) Рассчитать доверительные интервалы

Граница доверительного интервала	$\alpha = 0.01$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.1$
Нижняя граница	-224.467	-192.969	-176.952
Верхняя граница	36.501	5.003	-11.014

2.4. Доверительные интервалы для отношения дисперсий

Анализируемый признак 1 – Appraisal price₂ (D2)

Анализируемый признак 2 – Appraisal price₃ (D3)

Объёмы выборок – 117

Оцениваемый параметр – $\frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2}$

а) Привести формулы расчёта доверительных интервалов

Граница доверительного интервала	Формула расчета
Нижняя граница	$\frac{S_1^2}{S_2^2} f_{\frac{\alpha}{2}}(n_2 - 1, n_1 - 1)$
Верхняя граница	$\frac{S_1^2}{S_2^2} f_{1-\frac{\alpha}{2}}(n_2 - 1, n_1 - 1)$

б) Рассчитать доверительные интервалы

Граница доверительного интервала	$\alpha = 0.01$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.1$
Нижняя граница	0.6	0.68	0.72
Верхняя граница	1.58	1.4	1.32

3. Проверка статистических гипотез о математических ожиданиях и дисперсиях

3.1. Проверка статистических гипотез о математических ожиданиях

Анализируемый признак – Appraisal price₃ (D3)

Объём выборки – 117

Статистическая гипотеза – $H_0: m = m_0$
 $H': m \neq m_0$

а) Указать формулы расчёта показателей, используемых при проверке статистических гипотез

	Выражение
Формула расчета статистики критерия	$\frac{\bar{X} - m_0}{S/\sqrt{n}}$
Закон распределения статистики критерия при условии истинности основной гипотезы	$T(n-1)$
Формулы расчета критических точек	$\pm t_{1-\frac{\alpha}{2}}(n-1)$
Формула расчета p -value	$\min(F_z(z), 1 - F_z(z)) * 2$

б) Выбрать произвольные значения m_0 и проверить статистические гипотезы

m_0	Уровень значимости	Выборочное значение статистики критерия	p -value	Статистическое решение	Вывод
1100	0.1	4.467	$1.85 * 10^5$	H_0 отвергается	$m \neq 1100$
1400	0.1	-3.885	0.00017	H_0 отвергается	$m \neq 1400$
1250	0.1	0.291	0.7717	H_0 принимается	$m = 1250$

3.2. Проверка статистических гипотез о дисперсиях

Анализируемый признак – Appraisal price₃ (D3)

Объём выборки – 117

Статистическая гипотеза – $H_0: \sigma = \sigma_0$
 $H': \sigma \neq \sigma_0$

а) Указать формулы расчёта показателей, используемых при проверке статистических гипотез

	Выражение
Формула расчета статистики критерия	$\frac{(n-1)S^2}{\sigma_0^2}$
Закон распределения статистики критерия при условии истинности основной гипотезы	$\chi^2(n-1)$
Формулы расчета критических точек	$\chi_{\alpha/2}^2(n-1)$ $\chi_{1-\alpha/2}^2(n-1)$
Формула расчета p -value	$\min(F_z(z), 1 - F_z(z)) * 2$

б) Выбрать произвольные значения σ_0 и проверить статистические гипотезы

σ_0	Уровень значимости	Выборочное значение статистики критерия	p -value	Статистическое решение	Вывод
320	0.1	301.444	0.017	H_0 отвергается	$\sigma \neq 320$
340	0.1	434.079	0.035	H_0 отвергается	$\sigma \neq 340$
390	0.1	114.156	0.938	H_0 принимается	$\sigma = 390$

3.3. Проверка статистических гипотез о равенстве математических ожиданий

Анализируемый признак 1 – Appraisal price2 (D2)

Анализируемый признак 2 – Appraisal price3 (D3)

Объёмы выборок – 117

Статистическая гипотеза – $H_0: m_1 = m_2$
 $H': m_1 \neq m_2$

а) Указать формулы расчёта показателей, используемых при проверке статистических гипотез

	Выражение
Формула расчета статистики критерия	$\frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\sigma_1^2/n_1 + \sigma_2^2/n_2}}$

Закон распределения статистики критерия при условии истинности основной гипотезы	$N(0,1)$
Формулы расчета критических точек	$\pm N_{1-\frac{\alpha}{2}}(0,1)$
Формула расчета p -value	$\min(F_z(z), 1 - F_z(z)) * 2$

б) Проверить статистические гипотезы

Уровень значимости	Выборочное значение статистики критерия	p -value	Статистическое решение	Вывод
0.01	1.863	0.064	H_0 принимается	$m_1 = m_2$
0.05			H_0 принимается	$m_1 = m_2$
0.1			H_0 отвергается	$m_1 \neq m_2$

3.4. Проверка статистических гипотез о равенстве дисперсий

Анализируемый признак 1 – Appraisal price₂ (D2)

Анализируемый признак 2 – Appraisal price₃ (D3)

Объемы выборок – 117

Статистическая гипотеза – $H_0 : \sigma_1 = \sigma_2$
 $H' : \sigma_1 \neq \sigma_2$

а) Указать формулы расчёта показателей, используемых при проверке статистических гипотез

	Выражение
Формула расчета статистики критерия	$\frac{S_1^2}{S_2^2}$
Закон распределения статистики критерия при условии истинности основной гипотезы	$F(n_1 - 1, n_2 - 1)$
Формулы расчета критических точек	$F_{\frac{\alpha}{2}}(n_1, n_2); F_{(1-\frac{\alpha}{2})}(n_1, n_2)$
Формула расчета p -value	$\min(F_z(z), 1 - F_z(z)) * 2$

б) Проверить статистические гипотезы

Уровень значимости	Выборочное значение статистики критерия	<i>p-value</i>	Статистическое решение	Вывод
0.01	1.028	0.883	H_0 принимается	$\sigma_1 = \sigma_2$
0.05			H_0 принимается	$\sigma_1 = \sigma_2$
0.1			H_0 принимается	$\sigma_1 = \sigma_2$

4. Критерии согласия

Анализируемый признак –

Объём выборки –

4.1. Критерий хи-квадрат

Теоретическое распределение – нормальное.

Статистическая гипотеза – $H_0 : F(x) \approx N$

а) Указать формулы расчёта показателей, используемых при проверке статистических гипотез

	Выражение	Пояснение использованных обозначений
Формула расчета статистики критерия		
Закон распределения статистики критерия при условии истинности основной гипотезы		
Формула расчета критической точки		
Формула расчета p -value		

б) Выбрать число групп

Число групп	Обоснование выбора числа групп	Ширина интервалов

в) Построить таблицу частот

Номер интервала	Нижняя граница	Верхняя граница	Частота	Относит. частота	Вероятность попадания в интервал при условии истинности основной гипотезы

г) Построить гистограмму относительных частот и функцию плотности теоретического распределения на одном графике



д) Проверить статистические гипотезы

Уровень значимости	Выборочное значение статистики критерия	p -value	Статистическое решение	Вывод
0.01				
0.05				
0.1				

4.2. Проверка гипотезы о нормальности на основе коэффициента асимметрии и эксцесса (критерий Харке-Бера)

Статистическая гипотеза – $H_0 : F(x) \in N$

а) Указать формулы расчёта показателей, используемых при проверке статистических гипотез

	Выражение	Пояснение использованных обозначений
Формула расчета статистики критерия		
Закон распределения статистики критерия при условии истинности основной гипотезы		
Формула расчета критической точки		
Формула расчета p -value		

б) Проверить статистические гипотезы

Уровень значимости	Выборочное значение статистики критерия	p -value	Статистическое решение	Вывод
0.01				
0.05				
0.1				

Вывод (в терминах предметной области)

В результате проведённого в п.4 статистического анализа обнаружено, что

5. Проверка однородности выборок

Анализируемый признак 1 –

Анализируемый признак 2 –

Объёмы выборок –

5.1 Критерий знаков

Статистическая гипотеза – $H_0 : F_1(x) = F_2(x)$

а) Указать формулы расчёта показателей, используемых при проверке статистических гипотез

	Выражение	Пояснение использованных обозначений
Формула расчета статистики критерия		
Закон распределения статистики критерия при условии истинности основной гипотезы		
Формула расчета критической точки		
Формула расчета p -value		

б) Проверить статистические гипотезы

Уровень значимости	Выборочное значение статистики критерия	p -value	Статистическое решение	Вывод
0.01				
0.05				
0.1				

5.2. Критерий хи-квадрат

Статистическая гипотеза – $H_0 : F_1(x) = F_2(x)$

а) Указать формулы расчёта показателей, используемых при проверке статистических гипотез

	Выражение	Пояснение использованных обозначений
Формула расчета статистики критерия		
Закон распределения статистики критерия при условии истинности основной гипотезы		
Формула расчета критической точки		
Формула расчета p -value		

б) Выбрать число групп

Число групп	Обоснование выбора числа групп	Ширина интервалов

в) Построить таблицу частот

Номер интервала	Нижняя граница	Верхняя граница	Частота признака 1	Частота признака 2	Относит. частота признака 1	Относит. частота признака 2

г) Построить гистограммы относительных частот на одном графике



д) Проверить статистические гипотезы

Уровень значимости	Выборочное значение статистики критерия	p -value	Статистическое решение	Вывод
0.01				
0.05				
0.1				

Вывод (в терминах предметной области)

В результате проведённого в п.5 статистического анализа обнаружено, что

6. Таблицы сопряжённости

Факторный признак x –

Результативный признак y –

Объёмы выборок –

Статистическая гипотеза –

а) Указать формулы расчёта показателей, используемых при проверке статистических гипотез

	Выражение	Пояснение использованных обозначений
Формула расчета статистики критерия		
Закон распределения статистики критерия при условии истинности основной гипотезы		
Формула расчета критической точки		
Формула расчета p -value		

б) Построить эмпирическую таблицу сопряжённости

$x \backslash y$...		Σ
...				
Σ				

в) Построить теоретическую таблицу сопряжённости

$x \backslash y$...		Σ
...				
Σ				

г) Проверить статистические гипотезы

Уровень значимости	Выборочное значение статистики критерия	p -value	Статистическое решение	Вывод
0.01				
0.05				
0.1				

Вывод (в терминах предметной области)

В результате проведённого в п.6 статистического анализа обнаружено, что

7. Дисперсионный анализ

Факторный признак x –

Результативный признак y –

Число вариантов факторного признака –

Объёмы выборок –

Статистическая гипотеза –

а) Рассчитать групповые выборочные характеристики

№ п/п	Вариант факторного признака	Объём выборки	Групповые средние	Групповые дисперсии

б) Привести формулы расчёта показателей вариации, используемых в дисперсионном анализе

Источник вариации	Показатель вариации	Число степеней свободы	Несмещенная оценка
Факторный признак			
Остаточные признаки			
Все признаки			

в) Рассчитать показатели вариации, используемые в дисперсионном анализе

Источник вариации	Показатель вариации	Число степеней свободы	Несмещенная оценка
Факторный признак			
Остаточные признаки			
Все признаки			

г) Проверить правило сложения дисперсий

Показатель	$D_{\text{межгр}}$	$D_{\text{внутригр}}$	$D_{\text{общ}}$	$D_{\text{межгр}} + D_{\text{внутригр}}$
Значение				

д) Рассчитать показатели тесноты связи между факторным и результативным признаками

Показатель	Формула расчета	Значение
Эмпирический коэффициент детерминации		
Эмпирическое корреляционное отношение		

е) Охарактеризовать тип связи между факторным и результативным признаками

--

ж) Указать формулы расчёта показателей, используемых при проверке статистической гипотезы дисперсионного анализа

	Выражение	Пояснение использованных обозначений
Формула расчета статистики критерия		
Закон распределения статистики критерия при условии истинности основной гипотезы		
Формула расчета критической точки		
Формула расчета $p\text{-value}$		

з) Проверить статистическую гипотезу дисперсионного анализа

Уровень значимости	Выборочное значение статистики критерия	$p\text{-value}$	Статистическое решение	Вывод
0.01				
0.05				
0.1				

Вывод (в терминах предметной области)

В результате проведённого в п.7 статистического анализа обнаружено, что

8. Корреляционный анализ

8.1. Расчёт парных коэффициентов корреляции

Анализируемый признак 1 –

Анализируемый признак 2 –

Объёмы выборок –

а) Рассчитать точечные оценки коэффициентов корреляции

	Формула расчёта	Значение
Линейный коэффициент корреляции		
Ранговый коэффициент корреляции по Спирмену		
Ранговый коэффициент корреляции по Кендаллу		

б) Привести формулы расчёта доверительного интервала для линейного коэффициента корреляции

Граница доверительного интервала	Формула расчёта
Нижняя граница	
Верхняя граница	

в) Рассчитать доверительные интервалы для линейного коэффициента корреляции

Граница доверительного интервала	$\alpha = 0.01$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.1$
Нижняя граница			
Верхняя граница			

г) Указать формулы расчёта показателей, используемых при проверке значимости коэффициентов корреляции

Статистическая гипотеза	Формула расчёта статистики критерия	Закон распределения статистики критерия при условии истинности основной гипотезы
$H_0: \rho = 0$ $H': \rho \neq 0$		
$H_0: r^{(cn)} = 0$ $H': r^{(cn)} \neq 0$		
$H_0: r^{(кен)} = 0$ $H': r^{(кен)} \neq 0$		

д) Проверить значимость коэффициентов корреляции

Статистическая гипотеза	Уровень значимости	Выборочное значение статистики критерия	p -value	Статистическое решение	Вывод
$H_0: \rho = 0$ $H': \rho \neq 0$	0.1				
$H_0: r^{(cn)} = 0$ $H': r^{(cn)} \neq 0$	0.1				
$H_0: r^{(кен)} = 0$ $H': r^{(кен)} \neq 0$	0.1				

8.2. Расчёт множественных коэффициентов корреляции

Анализируемый признак 1 –

Анализируемый признак 2 –

Анализируемый признак 3 –

Объёмы выборок –

а) Рассчитать матрицу ранговых коэффициентов корреляции по Кендаллу

Признак \ Признак			

б) Рассчитать матрицу значений p -value для ранговых коэффициентов корреляции по Кендаллу (статистическая гипотеза $H_0: r^{(кен)} = 0$, $H': r^{(кен)} \neq 0$)

Признак \ Признак			
	—		
		—	
			—

в) Рассчитать точечную оценку коэффициента конкордации

	Формула расчета	Значение
Коэффициент конкордации		

г) Указать формулы расчёта показателей, используемых при проверке значимости коэффициента конкордации

	Выражение	Пояснение использованных обозначений
Формула расчета статистики критерия		
Закон распределения статистики критерия при условии истинности основной гипотезы		
Формула расчета критической точки		
Формула расчета p -value		

д) Проверить значимость коэффициента конкордации

Уровень значимости	Выборочное значение статистики критерия	p -value	Статистическое решение	Вывод
0.01				
0.05				
0.1				

Вывод (в терминах предметной области)

В результате проведённого в п.8 статистического анализа обнаружено, что

9. Регрессионный анализ

9.1 Простейшая линейная регрессионная модель

Факторный признак x –

Результативный признак y –

Уравнение регрессии – $f(x) = \beta_0 + \beta_1 x$

9.1.1. Точечные оценки линейной регрессионной модели

а) Рассчитать точечные оценки параметров линейной регрессионной модели

Параметр	Формула расчета	Значение
β_0		
β_1		

б) Записать точечную оценку уравнения регрессии

$f(x) =$

в) Привести формулы расчёта показателей вариации, используемых в регрессионном анализе

Источник вариации	Показатель вариации	Число степеней свободы	Несмещенная оценка
Факторный признак			
Остаточные признаки			
Все признаки			

г) Рассчитать показатели вариации, используемые в регрессионном анализе

Источник вариации	Показатель вариации	Число степеней свободы	Несмещенная оценка
Факторный признак			
Остаточные признаки			
Все признаки			

д) Проверить правило сложения дисперсий

Показатель	$D_{рег}$	$D_{ост}$	$D_{общ}$	$D_{рег} + D_{ост}$
Значение				

е) Рассчитать показатели тесноты связи между факторным и результативным признаками

Показатель	Формула расчета	Значение
Коэффициент детерминации		
Корреляционное отношение		

ж) Охарактеризовать тип связи между факторным и результативным признаками, определяемой рассчитанной линейной регрессией

--

9.1.2. Интервальные оценки линейной регрессионной модели

а) Привести формулы расчёта доверительных интервалов для параметров линейной регрессионной модели

Параметр	Границы доверительного интервала	Формула расчета
β_0	Нижняя граница	
	Верхняя граница	
β_1	Нижняя граница	
	Верхняя граница	

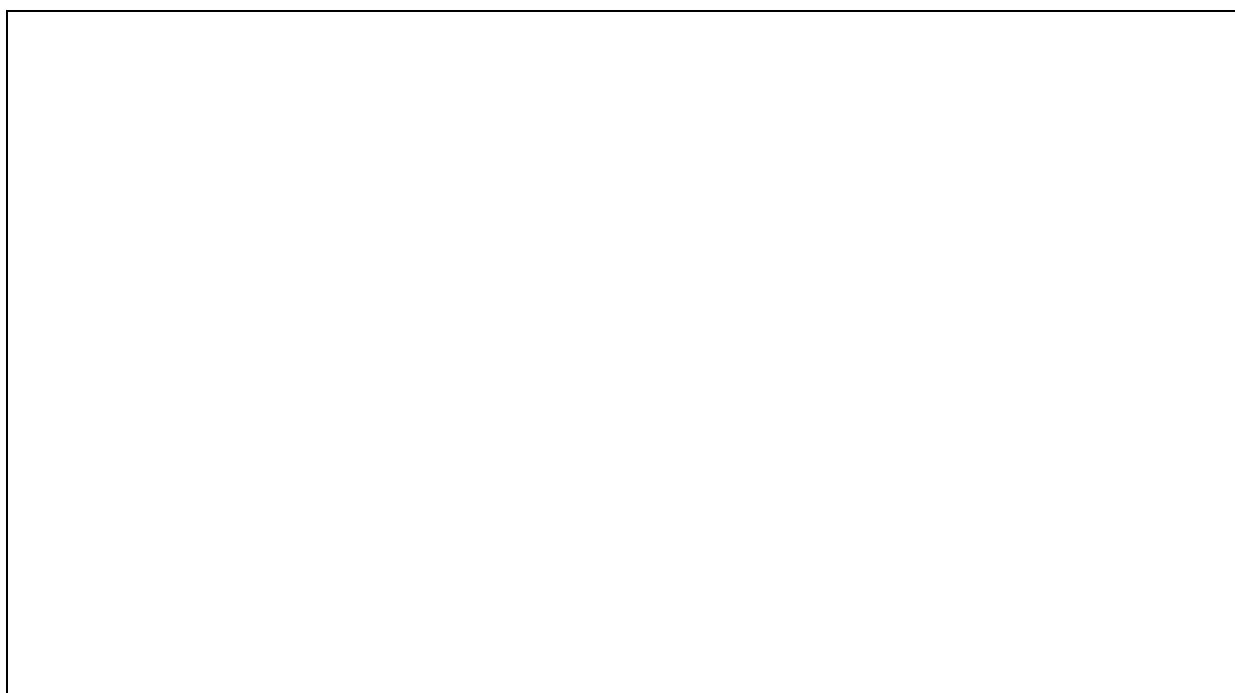
б) Рассчитать доверительные интервалы для параметров линейной регрессионной модели

Параметр	Границы доверительного интервала	$\alpha = 0.01$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.1$
β_0	Нижняя граница			
	Верхняя граница			
β_1	Нижняя граница			
	Верхняя граница			

в) Привести формулы расчёта доверительного интервала для значений регрессии $f(x)$

Границы доверительного интервала	Формула расчета
Нижняя граница $f_{low}(x)$	
Верхняя граница $f_{high}(x)$	

г) Построить диаграмму рассеяния признаков x и y . Нанести на диаграмму функцию регрессии $f(x)$, а также нижние и верхние границы линии регрессии $f_{low}(x)$ и $f_{high}(x)$ на уровне значимости $\alpha = 0.1$



д) Построить график остатков $\varepsilon(x) = y - f(x)$

9.1.3. Проверка значимости линейной регрессионной модели

Статистическая гипотеза – $H_0: \beta_1 = 0$
 $H': \beta_1 \neq 0$

а) Указать формулы расчёта показателей, используемых при проверке значимости линейной регрессионной модели

	Выражение	Пояснение использованных обозначений
Формула расчета статистики критерия		
Закон распределения статистики критерия при условии истинности основной гипотезы		
Формула расчета критической точки		
Формула расчета p -value		

б) Проверить значимость линейной регрессионной модели

Уровень значимости	Выборочное значение статистики критерия	p -value	Статистическое решение	Вывод
0.01				
0.05				
0.1				

9.2 Линейная регрессионная модель общего вида

Факторный признак x –

Результативный признак y –

Уравнение регрессии – квадратичное по x : $f(x) = \beta_0 + \beta_1 x + \beta_2 x^2$

9.2.1. Точечные оценки линейной регрессионной модели

а) Рассчитать точечные оценки параметров линейной регрессионной модели

Параметр	Формула расчета	Значение
β_0		
β_1		
β_2		

б) Записать точечную оценку уравнения регрессии

$f(x) =$

в) Рассчитать показатели вариации, используемые в регрессионном анализе

Источник вариации	Показатель вариации	Число степеней свободы	Несмещенная оценка
Факторный признак			
Остаточные признаки			
Все признаки			

г) Проверить правило сложения дисперсий

Показатель	$D_{\text{регр}}$	$D_{\text{ост}}$	$D_{\text{общ}}$	$D_{\text{регр}} + D_{\text{ост}}$
Значение				

д) Рассчитать показатели тесноты связи между факторным и результативным признаками

Показатель	Формула расчета	Значение
Коэффициент детерминации		
Корреляционное отношение		

е) Охарактеризовать тип связи между факторным и результативным признаками, определяемой рассчитанной линейной регрессией

--

9.2.2. Интервальные оценки линейной регрессионной модели

а) Привести формулы расчёта доверительного интервала для значений регрессии $f(x)$

Границы доверительного интервала	Формула расчета
Нижняя граница $f_{low}(x)$	
Верхняя граница $f_{high}(x)$	

б) Построить диаграмму рассеяния признаков x и y . Нанести на диаграмму функцию регрессии $f(x)$, а также нижние и верхние границы линии регрессии $f_{low}(x)$ и $f_{high}(x)$ на уровне значимости $\alpha = 0.1$

--

в) Построить график остатков $\varepsilon(x) = y - f(x)$



9.2.3. Проверка значимости линейной регрессионной модели

Статистическая гипотеза – $H_0 : \beta_1 = \beta_2 = 0$
 $H' : \text{не } H_0$

а) Указать формулы расчёта показателей, используемых при проверке значимости линейной регрессионной модели

	Выражение	Пояснение использованных обозначений
Формула расчета статистики критерия		
Закон распределения статистики критерия при условии истинности основной гипотезы		
Формула расчета критической точки		
Формула расчета p -value		

б) Проверить значимость линейной регрессионной модели

Уровень значимости	Выборочное значение статистики критерия	p -value	Статистическое решение	Вывод
0.01				
0.05				
0.1				

9.3 Множественная линейная регрессионная модель

Факторный признак 1 x_1 –

Факторный признак 2 x_2 –

Результативный признак y –

Уравнение регрессии – $f(x) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2$

а) Рассчитать точечные оценки параметров линейной регрессионной модели

Параметр	Формула расчета	Значение
β_0		
β_1		
β_2		

б) Записать точечную оценку уравнения регрессии

$f(x) =$

в) Рассчитать показатели вариации, используемые в регрессионном анализе

Источник вариации	Показатель вариации	Число степеней свободы	Несмещенная оценка
Факторный признак			
Остаточные признаки			
Все признаки			

г) Проверить правило сложения дисперсий

Показатель	$D_{\text{регр}}$	$D_{\text{ост}}$	$D_{\text{общ}}$	$D_{\text{регр}} + D_{\text{ост}}$
Значение				

д) Рассчитать показатели тесноты связи между факторным и результативным признаками

Показатель	Формула расчета	Значение
Множественный коэффициент детерминации		
Множественное корреляционное отношение		

е) Охарактеризовать тип связи между факторным и результативным признаками, определяемой рассчитанной линейной регрессией

--

9.4. Выводы

а) Сводная таблица показателей вариации для различных регрессионных моделей

Источник вариации	Простейшая линейная модель	Линейная модель с квадратичным членом	Множественная линейная модель
Факторный признак			
Остаточные признаки			
Все признаки			

б) Сводная таблица свойств различных регрессионных моделей

Свойство	Простейшая линейная модель	Линейная модель с квадратичным членом	Множественная линейная модель
Точность			
Значимость			
Адекватность			
Степень тесноты связи			

Вывод (в терминах предметной области)

В результате проведённого в п.9 статистического анализа обнаружено, что
